

RESPUESTA DE *TETRACLINIS ARTICULATA* (VAHL) MASTERS AL FUEGO

J. J. LÓPEZ HERNÁNDEZ¹; J. F. CALVO¹; M. A. ESTEVE SELMA¹ y L. RAMÍREZ-DÍAZ¹

RESUMEN

Se han investigado los efectos de la intensidad del fuego en el rebrote de *Tetraclinis articulata*, en relación con el tamaño de la planta, mediante el seguimiento de una población de 283 individuos afectada por un incendio forestal, ocurrido en septiembre de 1992 en el Parque Regional de «Calblanque, Peña del Aguila y Monte de las Cenizas» (Región de Murcia).

Intensidades de fuego altas producen exclusivamente un rebrote de cepa, independientemente del diámetro de la planta, mientras que intensidades medias y bajas, provocan un aumento de la probabilidad de rebrote simultáneo de cepa y rama, a partir de unos determinados tamaños de la planta (diámetros mayores de 18 cm). Se sugiere que a partir de dichos tamaños los tejidos meristemáticos de la planta sufren un menor daño, al encontrarse mejor protegidos frente al fuego, permitiendo el rebrote de rama.

Asimismo, se ha comprobado que en los meses siguientes al incendio no hay germinación efectiva, no encontrándose ningún ejemplar originado a partir de semillas.

INTRODUCCION

La importancia del fuego en el mantenimiento de la estructura y funcionamiento de la vegetación de ambientes mediterráneos ha sido ampliamente reconocida por diversos autores (DI CASTRI y MOONEY, 1973; BISWELL, 1974; LE HOUÉROU, 1981; TRABAUD, 1981). Asimismo, numerosos estudios se han llevado a cabo para analizar los efectos del fuego sobre las plantas y sus adaptaciones para sobrevivir o regenerarse tras un incendio (KAYLL y GIMINGHAM, 1965; MALANSON y O'LEARY, 1982; RUNDEL *et al.*, 1987; MALANSON y TRABAUD, 1988; ZAMMIT, 1988; LLORET y LÓPEZ SORIA, 1993).

No obstante, es necesario adquirir un conocimiento más profundo de la dinámica de las poblaciones sometidas a los actuales regímenes de perturbación por el fuego, con objeto de prever las tendencias de cambio de las comunidades

vegetales, especialmente en aquellas regiones en las que la frecuencia de los incendios se ha incrementado de forma notable por la acción humana. Entre otros aspectos es necesario un análisis detallado de los mecanismos de recuperación post-incendio en los ecosistemas pirofíticos mediterráneos, que permita elaborar políticas de gestión de las zonas incendiadas sobre una base científica sólida.

Las características del fuego, el estado de la vegetación y las condiciones ambientales post-incendio son algunos de los principales factores que afectan a la mortalidad y a la cantidad y forma de rebrote de las especies afectadas. Estas relaciones han sido estudiadas en algunos arbustos mediterráneos, mediante trabajos directos de campo (STOHLGREN *et al.*, 1984; MALANSON y O'LEARY, 1985) o con experimentos en los cuales las características del fuego son controladas (RUNDEL *et al.*, 1987; ZAMMIT, 1988; TRABAUD, 1991).

Es de esperar que la temperatura alcanzada durante un incendio sea más alta en las zonas donde existe una elevada biomasa acumulada (densidad de la vegetación), y de esta manera, el

¹ Departamento de Ecología y Medio Ambiente. Facultad de Biología. Universidad de Murcia. Campus de Espinardo. 30100 Murcia.

tamaño de la planta (biovolumen), antes del incendio, condiciona a su vez la mortalidad y la respuesta posterior (STOHLGREN *et al.*, 1984). También es posible que la biomasa aérea de una planta pueda estar relacionada positivamente con su capacidad de supervivencia, considerándose la cantidad de biomasa como una medida de la capacidad de la planta para usar sus recursos almacenados o de la eficacia para obtener agua y nutrientes del suelo tras el incendio.

En este artículo se estudia la respuesta al fuego de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (sabina mora), con objetivo de conocer su capacidad y modalidades de autorregeneración, así como los factores (intensidad del fuego, características dendrométricas) que condicionan dichos aspectos. Dado el alto interés ecológico de la especie, el conocimiento de la respuesta de sus poblaciones después de un incendio puede orientar de forma general la gestión de las áreas protegidas en las que se localiza.

MATERIAL Y METODOS

Tetraclinis articulata es una especie esencialmente norteafricana. Su área de distribución, de más de un millón de hectáreas, engloba fundamentalmente a Marruecos (sobre todo en el piedemonte de la cadena del Atlas), Argelia donde sólo existe en estado residual para reaparecer más extensamente en la zona noroccidental de Túnez. También ha sido citada en Libia, en la Cirenaica (ARMAN, 1988).

En Europa sólo se encuentra en la Isla de Malta y en el Sureste de España, en la Sierra de Cartagena (Murcia), con una población que supera los 2.000 ejemplares, 700 de los cuales se localizan en la Peña del Aguila y sus estribaciones.

Tetraclinis articulata es uno de los escasos representantes en Europa de una vegetación de dispersión iberoafricana, que se localiza de forma aislada en la Sierra de Cartagena, y catalogada por la Directiva de Hábitats como hábitat prioritario

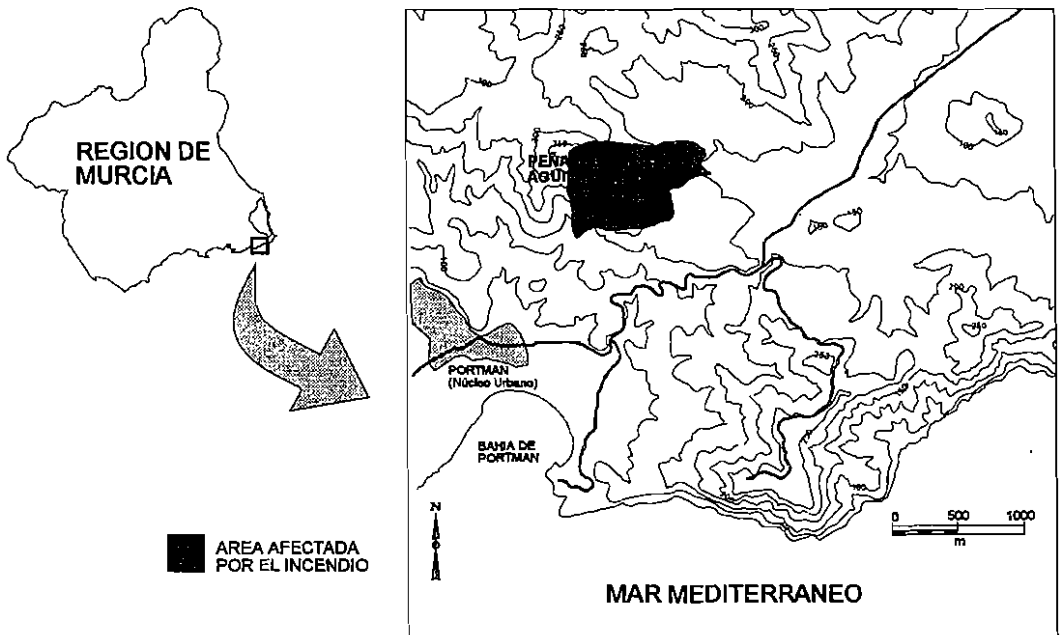


Fig. 1. Localización del área de estudio.

de especial interés para la conservación, con el N.º 42.A6 del código del Corine Habitat list 1991 (EUR 12587/3), del Corine Biotopes Manual (Habitats of the European Community, data specifications, part 2. 1991).

La Peña del Aguila, incluida en el «Parque Regional de Calblanque, Peña del Aguila y Monte de las Cenizas», está localizada en la parte oriental de la Sierra de Cartagena. El área de estudio es un pequeño cerro con una altura de 392 ms.n.m., (37°36'N, 0°51'W) (Figura 1). Este territorio se caracteriza por representar unas condiciones climáticas semiáridas (precipitación media anual cercana a los 325 mm y una temperatura media anual de 18°C, estando ausentes las heladas. Sin embargo, la humedad ambiental de la zona es alta debido a la acción de los vientos procedentes del mar.

El incendio a partir del cual se ha desarrollado este estudio se produjo en septiembre de 1992. El área quemada comprende aproximadamente 55 hectáreas de superficie cartográfica, y corresponde a la vertiente oriental de dicho paraje, con laderas de moderada y alta pendiente y exposiciones dominantes Sur, Este y Norte. La zona afectada presenta una litología esencialmente calcárea, con una cubierta arbórea de distinta composición y densidad, aunque sólo en 20 hectáreas el estrato arbóreo era continuo (constituido fundamentalmente por *Pinus halepensis*).

En 6 de las 55 hectáreas existían poblaciones destacables de sabina mora, lo que equivale a un 40% del hábitat óptimo de esta especie en la zona (J. J. López, inédito). El número de ejemplares censados de sabina mora afectados por el incendio ascendió a 343 (un 49% del total de la población en el mencionado Parque Regional), de los cuales se han estudiado un total de 283.

Para cada uno de los individuos estudiados se registró información correspondiente a diferentes tipos de variables:

- modalidad o tipo de rebrote: sin rebrote, rebrote de cepa, rebrote de cepa y rama.
- variables dendrométricas: altura, número de troncos principales y diámetro del tronco mayor.
- variables ambientales: orientación y litología.

d) intensidad de fuego. Se han diferenciado cuatro clases de intensidad de fuego, según la zona quemada y en función de la densidad de la vegetación preexistente (biomasa susceptible de arder y, por lo tanto, de incrementar la temperatura):

— muy alta: pinar de *Pinus halepensis*, situado en exposición umbría, con una densidad de 20 pies por cada 100 metros cuadrados, con 22 ejemplares de *Tetraclinis* entre el pinar y con abundante sotobosque de especies arbustivas típicas de la zona como el palmito (*Chamaerops humilis*), espino negro (*Rhamnus lycioides*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), etcétera.

— alta: pinar de *Pinus halepensis* con 39 individuos de *Tetraclinis*, localizado en el cauce de un pequeño ramblizo.

— media: sabinar localizado en exposición solar, con 203 individuos de *Tetraclinis* y escasos ejemplares de pinos.

— baja: pinar situado en exposición umbría, con idéntica densidad de la zona definida como de muy alta intensidad de fuego, y 19 individuos de *Tetraclinis*; en esta zona el fuego pudo ser dominado, afectando tan sólo al estrato arbustivo, a las sabinas moras y a un número reducido de pinos.

Para analizar las relaciones entre el tipo de rebrote y el resto de variables citadas anteriormente se han realizado modelos de regresión logística (DOBSON, 1983; JONGMAN *et al.*, 1987), con objeto de determinar qué factores influyen en la probabilidad de ocurrencia de un determinado tipo de rebrote.

RESULTADOS

Estructura de la población

La población de *Tetraclinis articulata* afectada por el fuego se ha agrupado por clases de frecuencias de las tres variables dendrométricas consideradas (Figuras 2, 3 y 4).

Se trata de una población en franco proceso de recuperación y expansión tras la disminución de las perturbaciones que le amenazaban (abandono de la minería a cielo abierto, pastoreo, agricultura, urbanización de su área potencial, etcétera).

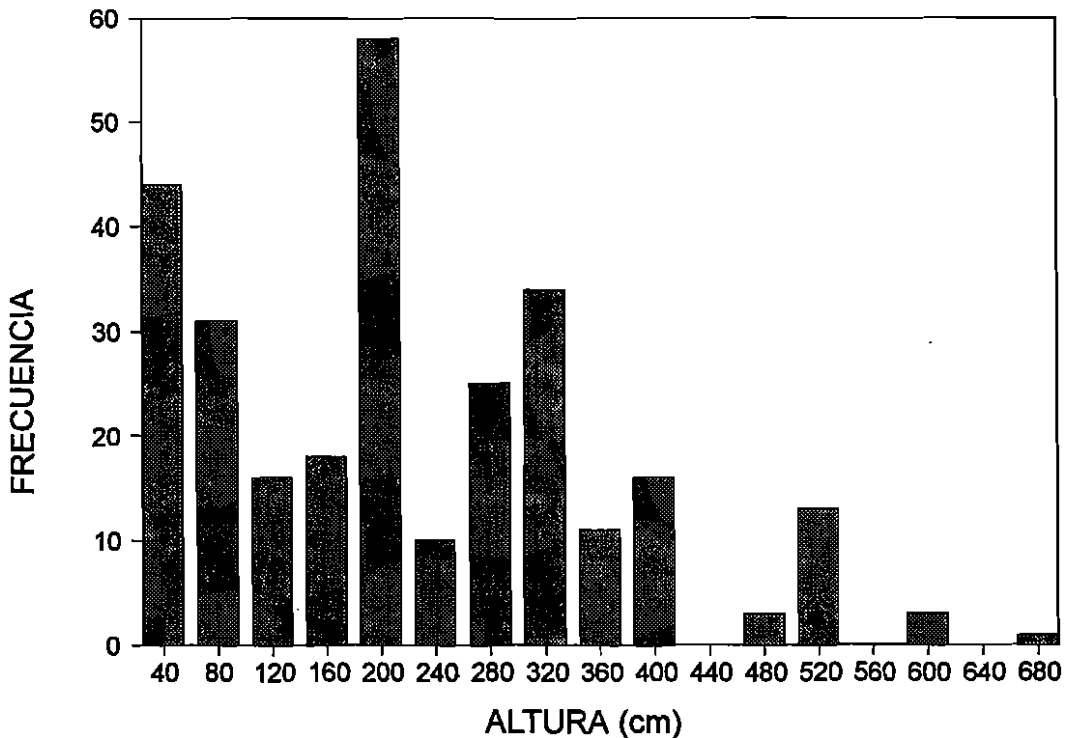


Fig. 2. Distribución de frecuencias de *Tetraclinis articulata*, clasificados por clases de altura.

En la Figura 2 se observa que existen en la zona de estudio escasos individuos con alturas superiores a los 400 cm (a pesar de que la altura que pueden alcanzar oscila entre los 6-7 m).

En cuanto a los diámetros (Figura 3) los ejemplares de *Tetraclinis* se agrupan en torno a los 5 y 12 cm, descendiendo su número hasta llegar a los 30 cm.

La forma de responder de esta especie frente a las perturbaciones anteriormente citadas es mediante la regeneración vegetativa de las partes menos afectadas por las mismas. En el área de estudio el 44% de los ejemplares presentan más de un tronco o ramas principales de crecimiento (Figura 4) como consecuencia de la tala o aprovechamiento general a la que han sido sometidos (la madera de la *Tetraclinis* ha sido utilizada desde antiguo en el entablado de las minas y en otros usos industriales).

Respuesta general del fuego

Se han obtenido mortalidades por debajo del 1%; sólo dos ejemplares no rebrotaron tras el incendio, uno localizado en orientación norte, sometido a los efectos de alta intensidad de fuego, con una altura de 300 cm (tamaño mediano) y con un único tronco principal de crecimiento; el otro ejemplar, se localiza en una zona de orientación sur, con una intensidad de fuego media, con una altura de 23 cm (tamaño pequeño) e igualmente con un único tronco principal de crecimiento.

El resto de ejemplares afectados sobrevivieron, rebrotando de cepa al producir nuevos tallos a partir de los lignotubers (órganos subterráneos a partir de los cuales se desarrollan nuevos tallos después de severas perturbaciones como el fuego; KUMMEROW, 1989); además, en algunos individuos se produjo simultáneamente un rebrote de rama.

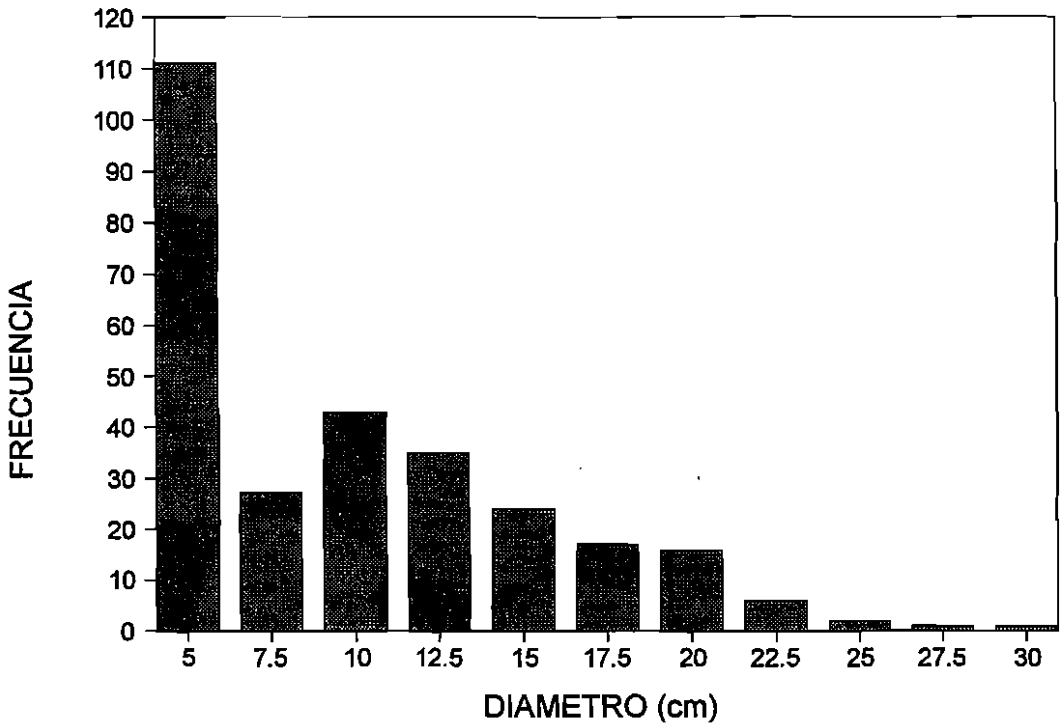


Fig. 3. Distribución de frecuencias de *Tetraclinis articulata*, clasificados por clases de diámetro

Se ha comprobado que tras el fuego, durante los dos años transcurridos desde el incendio, no ha aparecido ningún ejemplar de *Tetraclinis* a partir de semilla.

Efectos de la intensidad del fuego sobre el rebrote

El incremento de la regeneración vegetativa, o rebrote, es el mecanismo más común de regeneración encontrado en las comunidades vegetales mediterráneas sometidas frecuentemente a incendios forestales. Sobre todo en aquellas especies que poseen órganos subterráneos como los lignotubers.

En estas comunidades, el rebrote juega un importante papel en los procesos de sucesión post-fuego. Este proceso ha sido denominado «autosucesión» (HANES, 1971), y se considera como la respuesta de las partes no dañadas de la

vegetación frente a perturbaciones como el pastoreo, la tala y el fuego.

Mediante este mecanismo la composición florística de la comunidad vegetal puede mantenerse igual después del incendio (TRABAUD y LEPART, 1981). Sin embargo, observaciones de campo han demostrado que cuando el fuego es muy frecuente las poblaciones de ciertas especies pueden llegar a desaparecer, simplemente por la muerte de sus individuos antes de alcanzar la edad reproductiva (NOBLE y SLATYER, 1977; ZEDLER, 1981; ZEDLER *et al.*, 1983).

Los análisis de regresión logística muestran que no existe ninguna relación entre las variables orientación y litología y el tipo de rebrote ($P > 0,05$). La intensidad del fuego resulta ser, sin embargo, un factor de gran influencia en la forma de respuesta de la población.

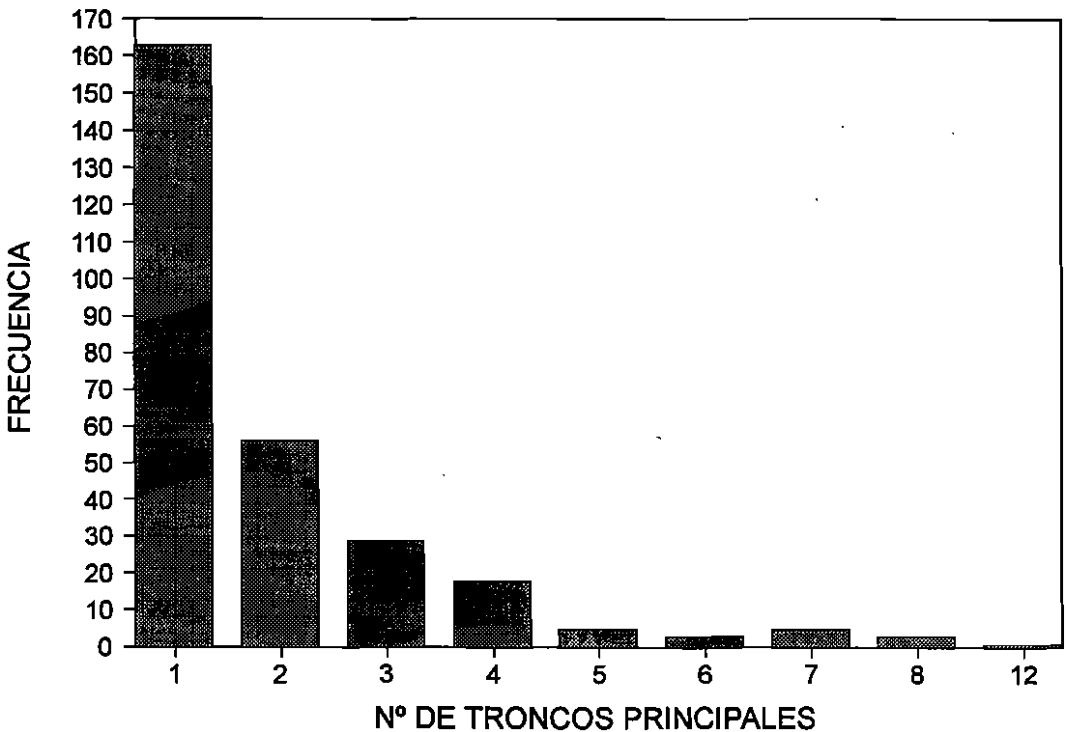


Fig. 4. Distribución de frecuencias del número de troncos principales de crecimiento en los ejemplares de *Tetraclinis articulata*.

Así, en intensidades de fuego altas y muy altas, los 61 ejemplares afectados de *Tetraclinis articulata* respondieron rebrotando exclusivamente de cepa, no encontrándose ningún ejemplar que rebrote además de rama.

Con intensidades de fuego media y baja, de los 222 ejemplares afectados, 193 respondieron rebrotando sólo de cepa y el resto de cepa y rama simultáneamente. Los modelos de regresión, en relación con las variables dendrométricas, muestran que sólo el diámetro del tronco mayor influye sobre la probabilidad de ocurrencia de este tipo de rebrote (cepa y rama) en individuos de *Tetraclinis* ($P < 0,001$).

Para una intensidad de fuego media la probabilidad de rebrote de rama alcanza valores cercanos a 0,9 para los ejemplares de mayor diámetro; para intensidades de fuego baja, la probabilidad de rebrote alcanza valores de 1,0 para los ejemplares con un diámetro superior a los 24 cm (Figura 5).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los efectos producidos por fuegos naturales estudiados no provocan mortalidades significativas sobre las poblaciones de sabina mora, independientemente del tamaño del árbol y de la intensidad del fuego.

Las condiciones climáticas, especialmente la precipitación, deben jugar un papel importante en la supervivencia después de un incendio. En este caso el incendio ocurrió a finales de septiembre, cuando las condiciones de déficit hídrico comienzan a remitir en la zona y, por tanto, las reservas de carbohidratos son presumiblemente bajas o medias en los órganos subterráneos (LAUDE *et al.*, 1961).

Comparando estos resultados con los de otras especies como *Quercus pyrenaica*, un roble típico de los bosques leoneses (TÁRREGA y LUIS, 1990) o *Quercus coccifera*, un arbusto típico del matorral

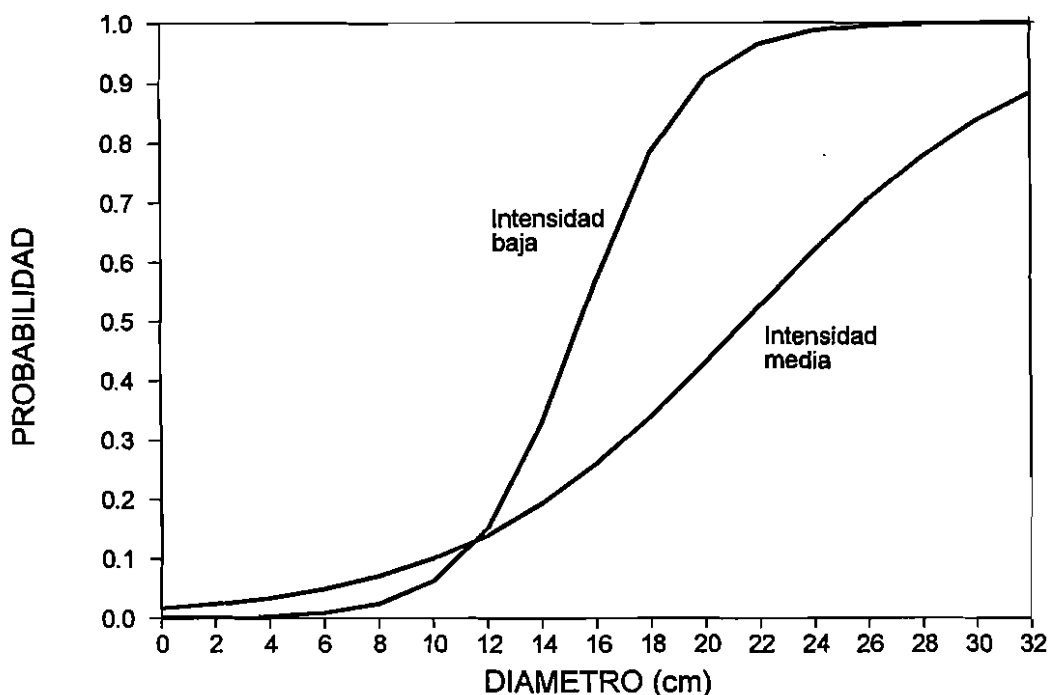


Fig. 5. Modelos de probabilidad de rebrote de rama para los individuos de *Tetrclinis articulata* sometidos a media y baja intensidad de fuego.

mediterráneo (TRABAUD, 1991), *Tetrclinis articulata* muestra un comportamiento similar, dado que para las dos especies citadas anteriormente no se producen mortalidades significativas entre los ejemplares.

El efecto de la intensidad del fuego sobre el vigor del rebrote ha sido estudiado en numerosos trabajos (KAYLL y GIMINGHAM, 1965; MALANSON y O'LEARY, 1985; MALANSON y TRABAUD, 1988), observándose que los fuegos con elevada intensidad provocan una disminución tanto en el tamaño como en el número de rebrotes.

Las pautas del rebrote pueden ser explicadas si se asume una correlación positiva entre la porción aérea de la planta y la capacidad de movilizar recursos, o de poseer órganos de resistencia en la porción subterránea de la planta. La capacidad de almacenar y posteriormente movilizar los carbohidratos ha sido propuesta como el mecanismo principal mediante el cual el tamaño de la planta

influye en la capacidad de rebrote en *Adenostoma fasciculatum* (RUNDEL *et al.*, 1987) o *Quercus coccifera* (TRABAUD, 1991). Sin embargo, en los primeros momentos, tras el fuego, la regeneración parece estar determinada en mayor medida por la disponibilidad de órganos de resistencia como los lignotubers y de tejidos meristemáticos.

En este estudio, los individuos afectados por altas intensidades de fuego, independientemente de su tamaño, rebrotaron exclusivamente de cepa, ya que los lignotubers al encontrarse protegidos por el suelo no han sido afectados por las altas temperaturas, pero sí el resto de los tejidos.

Por otra parte, en las zonas de media y baja intensidad de fuego, los individuos que han rebrotado de cepa y rama al mismo tiempo son ejemplares de mediano y gran tamaño, cuyos tejidos meristemáticos de las ramas no deben haberse afectado excesivamente. Los individuos que rebrotaron tan sólo de cepa en estas zonas son ejemplares de

pequeño tamaño (diámetro menor de 10 cm), que deben haber perdido, por tanto, una parte importante de sus tejidos meristemáticos.

En definitiva, altas intensidades de fuego, probablemente destruyen la mayor parte de los tejidos

meristemáticos situados en la parte aérea de los ejemplares, no afectando a los lignotubers. Otros factores como las características dendrométricas de cada individuo pueden ser importantes en la respuesta del rebrote de dichos tejidos con menores intensidades de fuego.

SUMMARY

The effects of fire intensity on the resprouting pattern in relation to plant size of the evergreen Mediterranean tree *Tetraclinis articulata*, was studied on a population involved in a wildfire occurred in september 1992 in the «Calblanque, Peña del Aguila y Monte de las Cenizas» Regional Park (Murcia, Spain).

High intensity of fire induced resprouting of rootstalk exclusively, despite the plant size. Medium and low intensities induced an increase in the resprouting probability of branches and rootstalk, for plants with diameters over 18 cm. This study suggest that plants with diameters over 18 cm have deeper meristematic tissues and resprout better after fire.

Field observations show that there is no germination of *Tetraclinis articulada* after fire.

BIBLIOGRAFIA

- ARMAN 1988: *La sabina mora. Especies singulares de la región de Murcia*.
- BISWELL H. H. 1974: «Effects of fire on chaparral». In: KOZLOWSKI, T. T. y AHLGREN, C. E. (Eds.), *Fire and Ecosystems*: 321-364. Academic Press, New York.
- DI CASTRI F. y MOONEY H. A. (Eds.), 1973: *Mediterranean Type Ecosystems*. Springer-Verlag, New York.
- DOBSON A. J. 1983: *Introducción to Statistical Modelling*. Chapman and Hall, London.
- HANES T. L. 1971: «Succession after fire in the chaparral of the southern California». *Ecol. Monogr.*, 41: 27-52.
- JONGMAN R. H. G.; TER BRAAK C. J. F. y VAN TONGEREN O. F. R. (Eds.), 1987: *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*. PUDOC, Wageningen.
- KAYLL A. J. y GIMINGHAM C. H. 1965: «Vegetation regeneration of *Calluna vulgaris* after fire». *J. Ecol.*, 53: 729-734.
- KUMMEROW J. 1989: «Structural aspects of shrubs in mediterranean-type plant communities». *Options Méditerranéennes*, 3: 5-11.
- LAUDE JONES y MOON 1961: «Annual variability in indicators of resprouting potential in chamise». *J. Range. Manage.*, 14: 323-326.
- LE HOUÉROU H. N. 1981: «Impact of man and his animals on mediterranean vegetation». In: DI CASTRI, F.; GOODALL, D. W. y ŠPECHT, R. L. (Eds.), *Mediterranean-Type Shrublands*: 479-521. Elsevier, Amsterdam.
- LLORET F. y LÓPEZ-SORIA L. 1993: «Resprouting of *Erica multiflora* after experimental fire treatments». *J. Veg. Sci.*, 4: 367-374.
- MALANSON G. P. y O'LEARY J. F. 1982: «Post-fire regeneration strategies of Californian coastal sage shrubs». *Oecologia*, 53: 355-358.

- MALANSON G. P. y O'LEARY J. F. 1985: «Effects of fire and habitats on post-fire regeneration in Mediterranean-type ecosystems: *Ceanothus spinosus* chaparral and Californian coastal sage scrub.» *Acta Oecol. Plant.*, 6: 169-181.
- MALANSON G. P. y TRABAUD L. 1988: «Vigour of post-fire resprouting by *Quercus coccifera* L.» *J. Ecol.*, 76: 351-365.
- NOBLE I. R. y SLATYER R. O. 1977: «Post fire succession of plants in Mediterranean ecosystems». In: MOONEY H. A. y CONRAD C. E. (Eds.). *Proceedings Symposium on the Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean Ecosystems*: 178-196. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rept. WO-3, Washington, DC.
- RUNDEL P. W.; BAKER G. A.; PARSONS D. J. y STOHLGREN T. J. 1987: «Post-fire demography of resprouting and seedling establishment by *Adenostoma fasciculatum* in the California chaparral». In: TENHUNEN J. D.; CATARINO F. M.; LANGE O. L. y OECHEL W. C. (Eds.), *Plant-Response to Stress Functional Analysis in Mediterranean Ecosystems*: 575-596. Springer-Verlag, Berlín.
- STOHLGREN T. J.; PARSONS D. J. y RUNDEL P. W. 1984: «Population structure of *Adenostoma fasciculatum* in mature stands of chamise chaparral in the southern Sierra Nevada, California». *Oecologia*, 64: 87-91.
- TÁRREGA R. y LUIS E. 1990: «La problemática de los incendios forestales y su incidencia sobre los robledales de *Quercus pyrenaica* en la provincia de León». *Ecología*, Fuera de serie, 1: 223-237.
- TRABAUD L. 1981: «Man and fire impacts on mediterranean vegetation». In: DI CASTRI F; GOODALL D. W. y SPECHT R. L. (Eds.), *Mediterranean-Type Shrublands*: 523-537. Elsevier, Amsterdam.
- TRABAUD L. 1991: «Fire regimes and phytomas growth dynamics in a *Quercus coccifera* garrigue». *J. Veg. Sci.*, 2: 307-314.
- TRABAUD L. y LEPART J. 1981: «Changes in the floristic composition of a *Quercus coccifera* L. garrigue in relation to different fire regimes». *Vegetatio*, 46: 105-116.
- ZAMMIT C. 1988: «Dynamics of resprouting in the lignotuberous shrub *Banksia oblongifolia*». *Aust. J. Ecol.*, 13: 311-320.
- ZEDLER P. H. 1981: «Vegetational change in chaparral and desert communities in San Diego Country, California». In: WEST D. C., SHUGART H. H. y BOTKIN D. B. (Eds.), *Forest Succession. Concepts and applications*: 406-430. Springer-Verlag, New York.
- ZEDLER P. H.; GAUTIER C. R. y McMASTER G. S. 1983: «Vegetation change in response to extreme events: the effect of a short interval between fires in California chaparral and costal scrub.» *Ecology*, 64: 809-818.